

**Verfahren und Vorrichtung zum Biegen und Umformen von Profilen durch
Walz- oder Matrizenbiegen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Biegen und Umformen
5 von Profilen durch Walz- oder Matrizenbiegen nach dem Oberbegriff des
Patentanspruchs 1. Hierbei ist es bekannt, das zu biegender oder umzuformende
Profil durch ein oder mehrere Biegewerkzeuge zu biegen oder umzuformen.

Unter dem Begriff „Umformen“ wird verstanden, dass aus beispielsweise einem
10 geraden Blechzuschnitt durch einen Umformvorgang ein Profil hergestellt wird, wofür
das erfindungsgemäße Verfahren neuartige Lösungsansätze vorschlägt.

Unter dem Begriff „Biegen“ wird verstanden, dass bereits fertiggestellte Profile in
beliebiger Weise zweidimensional oder dreidimensional gebogen werden.

15 Unter dem Begriff „Walzbiegen“ wird verstanden, dass der Biege- oder
Umformprozess durch Hindurchleiten des umzuformenden Blechabschnittes oder
des zu biegender Profils durch einen Walzbiegevorgang stattfindet. Eine derartige
Walzbiegemaschine besteht im Wesentlichen aus einer mittleren Walzrolle, der eine
20 Mittelrolle dem zu biegender Profil gegenüber liegt.

In Durchlaufrichtung des Profils liegt vor der Walzrolle mindesten eine Stützrolle und
ggf. eine der Stützrolle gegenüberliegende Führungsrolle, und hinter der Walzrolle
liegt ggf. auch noch eine Biegerolle. Es können hierbei noch weitere Führungsrollen
25 oder Gleitschuhe angeordnet werden. Ein Walzbiegevorgang kann auch dadurch
erfolgen, dass einige der vorher genannten Rollen nicht als Rollen ausgebildet sind,
sondern als Gleit- oder Press-Schuhe.

Die Erfindung bezieht sich auch nicht nur auf das Biegen von Profilen allgemein,
30 sondern insbesondere auch auf das Biegen von Hohlprofilen. Bei dünnwandigen
Hohlprofilen besteht das Problem, dass die Gefahr besteht, dass während des
Biegens das Profil einfällt oder reißt. Für diesen Fall wird es bevorzugt, wenn im

Innenraum des Profils ein Dornschaft mitgeführt wird, der das Profil in der Biegezone von innen her abstützt.

Die Erfindung betrifft im übrigen auch ein Verfahren zum Biegen und Umformen
5 mithilfe von ein oder mehreren Matrizen.

Derartige Matrizen sind Biegewerkzeuge, die im Wesentlichen aus Gleitschuhen bestehen, wie sie beispielsweise in der US 5,884,517 beschrieben sind. Auch hier besteht das Problem, dass man durch eine mehrdimensionale Verdrehung, Neigung
10 und Verschiebung der einzelnen Matrizen ein ggf. kompliziertes und auch dünnwandiges Profil umformen und/oder biegen will.

Alle vorgenannten Biege- und Umformverfahren haben sich bewährt. Es entstehen allerdings Probleme, wenn es darum geht, besonders dünnwandige Hohlprofile mit
15 hohem Umformfaktor umzuformen. Weitere Probleme entstehen dann, wenn es um ein sehr dünnwandiges und hochfestes Metallmaterial geht. Derartige hochfesten Materialien sind z. B. Molybdän- oder Sonderlegierungen mit hochfesten Eigenschaften, die sich im Biege- und/oder Umformprozess als besonders spröde und hart herausgestellt haben und demzufolge außerordentlich schwierig zu biegen
20 sind.

Solche hochfesten Sonderlegierungen (hierunter fallen nicht nur Stahl- sondern auch Leichtmetall-Legierungen) sind mit konventionellen Biegemethoden nicht mehr zu biegen. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass beim Biegen und/oder Umformen
25 derartiger Legierungen das Material so spröde ist, dass es während des Biegeprozesses bricht, einreißt, beult oder in den ursprünglichen Zustand zurückfedert. Dies bedeutet, dass es mit konventionellen Mitteln nicht mehr zu biegen ist.

30 Hier setzt die Erfindung ein, die sich das Ziel gesetzt hat, hochfeste Stahl- oder Leichtmetall-Legierungen, die mit konventionellen Methoden der eingangs genannten

Art nicht mehr zu biegen sind, trotzdem noch mit gutem Umformwirkungsgrad mit hoher Genauigkeit umzuformen und/oder zu biegen.

5 Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruchs 1 gekennzeichnet.

Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass mindestens einem der Biegewerkzeuge mindestens ein Schwingungserzeuger zugeordnet ist, der das Biegewerkzeug in Schwingung versetzt.

10

Mit der gegebenen technischen Lehre wird also ein neuer Lösungsansatz in der Weise vorgeschlagen, dass beim Walz- oder Matrizenbiegen die dort verwendeten Biegewerkzeuge jeweils einer Schwingung unterworfen werden, wobei mindestens eines der Biegewerkzeuge eine solche Schwingung ausführen soll.

15

Unter dem Begriff „Schwingungserzeuger“ werden nach der Erfindung sämtliche geeigneten Schwingungserzeuger verstanden, die in der Lage sind, eines oder mehrere der vorgenannten Biegewerkzeuge (Rollen und/oder Gleitschuhe und/oder Pressschuhe und/oder Matrizen) in Schwingung zu versetzen, die demzufolge auf das Biegewerkzeug übertragen wird und von diesem auf das zu biegende und/oder umzuformende Profil.

20

Ein derartiger Schwingungserzeuger kann z. B. ein elektromagnetischer Schwingungserzeuger sein, wobei ein oder mehrere Spulenwicklungen mit einem entsprechenden Anregungsstrom angeregt werden, so dass das Biegewerkzeug in Schwingung versetzt wird. Diese Schwingungen können sowohl in longitudinaler Richtung als auch in radialer Richtung auf das Biegewerkzeug wirken, und von Fall zu Fall wird entschieden, welche Schwingung an welchem Biegewerkzeug oder an welchem Vorschubwerkzeug eingeleitet wird.

25

30

Die Erfindung bezieht sich nicht nur auf das Einleiten von Schwingungen auf die Biegewerkzeuge, sondern darüber hinaus auch noch auf die Einleitung der

Schwingungen auf Innenprofil-Werkzeuge, wie sie insbesondere mit dem von einer Dornstation in Vorschubrichtung befestigten Dornschaft vorgesehen sind.

- 5 Hierbei kann sowohl die Dornstation selbst durch Schwingungen angeregt werden als auch der im Hohlprofil mitgeführte Dornschaft (oder ein Innenprofilwerkzeug), der einen gesonderten Schwingungserzeuger aufweisen kann.

- 10 Zwar ist mit dem Aufsatz des Autors Lehfeldt, Eckart: „Beeinflussung der inneren Reibung durch Ultraschall bei der plastischen Verformung metallischer Werkzeuge“ in VDI-Z-111 Nr. 6, Seite 359 bis 363 (1969) allgemein eine Beeinflussung der inneren Reibung durch Ultraschall bei der plastischen Verformung metallischer Werkstoffe offenbart worden. Diese Druckschrift beschäftigt sich allgemein mit derartigen Erscheinungen im Gefüge metallischer Werkstoffe, ohne dass auf Biege- oder Umformverfahren Bezug genommen wird.

- 15 Bei den erfindungsgemäßen Biege- und Umformverfahren, die mit einem Walz- oder Matrizenbiegen arbeiten, ist jedoch stets kennzeichnend, dass das zu biegende oder umzuformende Profil einem Fließvorgang unterworfen wird, welcher Fließvorgang im Außen- und Innenbereich der Biegezone stattfindet. Im Außenbereich wird das
20 umzuformende Material des Profils gestreckt, während es im gegenüberliegenden Bereich gestaucht wird. Es kommt zu einem Auswalzeffekt des zu biegenden oder umzuformenden Profils, weil mit dem Fließvorgang im Gefüge des umzuformenden Profils gleichzeitig das Gefüge durch Volumenveränderung umgeformt wird.

- 25 Nun hat sich herausgestellt, dass bei hochfesten Aluminium- oder Stahllegierungen dieser Fließprozess nur noch ungenügend stattfindet, wenn nicht mindestens eines oder mehrere der Biegewerkzeuge in Schwingungen versetzt wird.

- 30 Hier setzt die Erfindung mit der Erkenntnis ein, dass der Streck- oder Stauchvorgang am zu biegenden Profil, bei dem es gleichzeitig zu einer Volumenveränderung aufgrund von Auswalzvorgängen kommt, eine Schwingungserzeugung diesen Vorgang optimal unterstützt.

Versuche des Anmelders haben gezeigt, dass es nun erstmals möglich ist, auch hochfeste Stähle und Aluminiumlegierungen (auch bei dünnwandigen Hohlprofilen) einwandfrei umzuformen, ohne dass es zu einem Reißen, Brechen oder einer unerwünschten Deformation des Profilquerschnittes kommt.

5

Eingangs wurde bereits schon ausgeführt, dass als Schwingungserzeuger jeder beliebige Schwingungserzeuger verwendet werden kann, der in der Lage ist, die geforderte Schwingungsfrequenz zu erbringen. Als Schwingungserzeuger wurde

10 eingangs ein elektromagnetischer Schwingungserzeuger genannt, der im wesentlichen aus mit Strom erregten Spulen besteht, durch die ggf. auch eine mittel- oder hochfrequente Schwingung fließt. Derartige Spulen können mit einer Schwingungsfrequenz von 50 Hz bis 20 kHz angeregt werden.

Die verwendeten elektromagnetischen Wicklungen können hierbei in Längsrichtung
15 angeordnet werden, es können jedoch auch in Querrichtung hierzu verlaufende elektromagnetische Wicklungen verwendet werden und es können auch dreidimensionale, stromdurchflossene, elektromagnetische Wicklungen verwendet werden, die sowohl longitudinale Schwingungen als auch Schwingungen in radialer Richtung erzeugen, wobei sich sogar dreidimensionale Schwingungen ergeben,
20 wenn in verschiedenen Richtungen schwingende Elektromagnetspulen verwendet werden.

Neben dem Schwingungserzeuger als Elektromagnetspule gibt es eine Reihe von anderen Schwingungserzeugern, die von der technischen Lehre der Erfindung
25 erfasst sein sollen. Als Ultraschall-Schwingungserzeuger kommen insbesondere Resonatoren in Frage, aber auch Schwingquarze und Piezokristalle.

Neben solchen Schwingungserzeugern kommen auch mechanische Schwingungserzeuger in Betracht, wie z. B. Exzenter-Schwinger, hydraulische
30 Schwingungserzeuger oder pneumatische Schwingungserzeuger, bei denen das Luft- oder Flüssigkeitskissen eine entsprechende Pulsation erzeugt.

Wie eingangs ausgeführt, sieht das Verfahren Schwingungen im Bereich von 50 Hz bis etwa 30 kHz vor, wobei eine Schwingung im Bereich von 16 bis 20 kHz bevorzugt wird.

- 5 In diesem Ultraschallbereich wurden besonders gute Ergebnisse bei der Beaufschlagung der Biegewerkzeuge erwartet.

- Es findet mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen eine Steigerung der Biegewirksamkeit am Profil statt. Hierbei bleibt es offen, ob das Biegewerkzeug
10 selbst fremderregt wird oder ob auf das zu biegende Profil eine entsprechende Schwingung eingeleitet wird. Beide Ausführungen werden vom Erfindungsgedanken umfasst.

- Wenn in der folgenden Beschreibung lediglich nur noch ein Verfahren zum Biegen
15 von Hohlprofilen dargestellt wird, so ist dies nicht einschränkend zu verstehen. Das vorliegende Verfahren bezieht sich auch auf die Biegung oder Umformung von Massivprofilen und/oder halboffenen Profilen, wie z.B. Winkel-, T- oder Doppel-T-Profilen, wie auch U-Profilen.

- 20 Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

- Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung offenbarten Angaben
25 und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

- Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehrere Ausführungswege
30 darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

- Figur 1: schematisiert ein Biegeverfahren nach der Erfindung mit der Darstellung unterschiedlicher Schwingungserzeuger an den Biegewerkzeugen,
5
- Figur 2: eine Dornstation zur Führung eines Doppel-Dornschafts, teilweise im Schnitt,
- 10 Figur 3: Schnitt durch die Einführung des Doppel-Dornschafts in das zu biegende Profil an der Rückseite,
- Figur 4: eine gegenüber Figur 1 teilweise abgewandelte Ausführungsform mit Darstellung weiterer Einzelheiten,
15
- Figur 5: die Darstellung eines Spannkopfes mit Schwingungserzeuger,
- Figur 6: eine gegenüber Figur 5 abgewandelte Ausführungsform mit Darstellung weiterer Einzelheiten,
20
- Figur 7: eine erste Ausführungsform der Anordnung von Spulenwicklungen in einer Biegerolle,
- Figur 8: die Stirnansicht der Ausführung nach Figur 7,
25
- Figur 9: eine zweite Ausführungsform einer Biegerolle,
- Figur 10: eine dritte Ausführungsform einer Biegerolle,
- 30 Figur 11: eine vierte Ausführungsform einer Biegerolle,
- Figur 12: eine fünfte Ausführungsform einer Biegerolle,

Figur 13: eine sechste Ausführungsform einer Biegerolle,

Figur 14: eine siebte Ausführungsform einer Biegerolle,

5 Figur 15: die Stirnansicht der Biegerolle nach Figur 14,

Figur 16: schematisiert ein Umformverfahren mit einer Matrizen-Umformung im Schnitt,

10 Figur 17: die Stirnansicht der Matrizenumformung nach Figur 16,

Figur 18: eine Seitenansicht der Matrizenumformung.

15 In Figur 1 ist schematisiert eine Profil-Walzbiegemaschine dargestellt, die im wesentlichen aus einer Kopfmachine 1 besteht, in deren Gestell eine mittlere Walzrolle 3 angeordnet ist, die beispielsweise mit einer Vorspannkraft von 400 kN in Pfeilrichtung 4 auf das zu biegende Profil 20 zugestellt wird. Der Walzrolle 3 gegenüberliegend ist eine Mittelrolle 2 angeordnet, welche das zu biegende Profil 20 von der Seite her abstützt.

20

In Durchlaufrichtung hinter der Walzrolle 3 befindet sich eine äussere Stützrolle 6, die sich an der Aussenseite des zu biegenden Profils 20 anlegt, während gegenüberliegend eine innere Führungsrolle 7 der Stützrolle 6 gegenüber liegt.

25 Am auslaufseitigen Ende kann noch eine Biegerolle 5 angeordnet werden.

Die Rollen 5, 6, 7 können auch durch entsprechend gleichwirkende Gleitschuhe ersetzt werden.

30 Es ist noch dargestellt, dass am Auslaufende ein oder mehrere Führungsrollen 15 vorhanden sind. Diese haben den Zweck, beim Einfädeln des zu biegenden Profils 20 in Pfeilrichtung 62 (siehe Figur 2) das (von vorn) einzufädelnde Profil

aufzunehmen und durch die vom Profil weggestellten Walz- und Biegerollen 2, 3, 5, 6, 7 hindurch zu führen.

5 An der Rückseite wird das Profil über eine Brücke 10 geführt, auf der verschiebbar ein Schlitten 11 angeordnet ist. Auf dem Schlitten 11 befindet sich ein Spannkopf 12 mit einem zugeordneten Spannfutter 14, welcher das hintere Ende des Profils 20 aufnimmt. Durch den Innenraum des Profils 20 erstrecken sich zwei parallel zueinander angeordnete Dornstangen 13, wobei jede Dornstange an ihrem vorderen, freien Ende einen Dornschaft 16 trägt.

10

Die Figuren 2 und 3 zeigen, wie die jeweiligen Dornschäfte 16 in die zugeordnete Profilkammer des Profils 20 eingeführt bzw. das Profil über die Dornschäfte geschoben wird.

15 Wichtig ist nun, dass einem oder mehreren der Biegewerkzeuge ein Schwingungserzeuger zugeordnet ist.

Zusätzlich kann es noch vorgesehen sein, dass neben der Anordnung von Schwingungserzeugern 30 – 37 in den einzelnen Biegewerkzeugen noch weitere
20 Schwingungserzeuger vorhanden sind, die in Form von Gleitschuhen an der Außenseite des Profils 20 anliegen. Die Figur 1 zeigt als Ausführungsbeispiel zwei einander gegenüberliegende Vibrationssättel 8, 9, die zwischen den Biegerollen 3, 6 bzw. 2, 7 angeordnet sind. Diese Vibrationssättel 8, 9 enthalten eigene Schwingungserzeuger, die geeignet sind, das Profil 20 sowohl in axialer Richtung als
25 auch in radialer Richtung mit entsprechenden Schwingungen zu beaufschlagen.

Wenn nachfolgend die einzelnen Schwingungserzeuger beschrieben werden, so ist dies nicht einschränkend zu verstehen. Es kann von Fall zu Fall lediglich ein einziger Schwingungserzeuger an irgendeinem der Biegewerkzeuge vorgesehen werden. In
30 anderen Ausführungsbeispielen ist es jedoch möglich, dass mehrere Biegewerkzeuge derartige Schwingungserzeuger tragen und schließlich ist es auch

vorgesehen, dass kumulativ alle Biegewerkzeuge mit entsprechenden Schwingungserzeugern versehen sind.

Als Ausführungsbeispiel wird in Figur 1 dargestellt, dass im Spannkopf 12 ein
5 Schwingungserzeuger 30 angeordnet ist, der über das Spannfutter 14 eine in Längsrichtung gehende Schwingung auf das dort eingespannte Profil 20 ausübt.

Ferner ist schematisiert dargestellt, dass in einer oder mehreren der Biege- oder Stützrollen 2, 3, 5, 6 ein oder mehrere Schwingungserzeuger 31 – 35 angeordnet
10 sind.

Schließlich zeigt Figur 2, dass auch die Dornstation 17, welche das freie, hintere Ende der Dornstangen 13 trägt, mit einem zugeordneten Schwingungserzeuger 36 beaufschlagt ist. Auf diese Weise werden über die in Schwingung versetzten
15 Dornstangen 13 auch die Dornschaften 16 in Schwingung versetzt. Hierauf wird später noch anhand der Figur 4 eingegangen.

Die Figur 2 zeigt, dass auch die Dornschaftauflage 18 mit einem Schwingungserzeuger versehen werden kann, der eine in Höhenrichtung (= Z-Ebene) verlaufende Schwingung in Pfeilrichtung 19 auf den Dornschaft einleitet.
20 Auf diese Weise wird quasi eine stehende Welle in der Dornstange 13 und damit an den Dornschaften 16 erzeugt, was zu besonders günstigen Umformergebnissen im Innenraum des Profils führt. Einzelheiten sind hierzu in Figur 4 dargestellt.

Dort ist erkennbar, dass die jeweilige Dornstange 13 eine in Längsrichtung verlaufende Mittenbohrung 22 aufweist, welche Platz für die Durchführung des Kabels und einen Ölkanal lässt. Über das Kabel 21 wird die im Innenraum des Dornschafts 16 angeordnete Spulenwicklung 23 mit einem pulsierenden Gleichstrom oder einem Wechselstrom versorgt.

30

Aufgrund der entstehenden Magneto-Friction und der magnetischen Wirkungen im metallischen Material schwingt daher der gesamte Dornschaft 16 in Längsrichtung (Pfeilrichtung 29), sowie auch in Querrichtung hierzu, nämlich in Pfeilrichtung 19.

- 5 Das über die Mittenbohrung 22 eingeführte Öl gelangt durch den Dornschaft 16 hindurch nach vorne in Richtung auf quer hierzu verlaufenden und radial nach außen mündenden Ölkänaäle 24. Dort gelangt es an die Außenoberfläche des Dornschafts 16 und erzeugt einen am Außenumfang sich ergebenden Ölfilm 25.
- 10 Die Vorderseite des Dornschafts 16 wird durch eine Kopfplatte 26 gebildet, an deren Außenumfang gegenüberliegend Schleißplatten 27 angeordnet sind, die eine entsprechend starke Abstützwirkung gegen die hohen Verformungskräfte im Biegespalt zwischen der Walzrolle 3 und der gegenüberliegenden Mittelrolle 2 auffangen.
- 15 Im Bereich der Schleißplatten 27 erfolgt deshalb die hochbelastete primäre Biegeumformung mit der vorher beschriebenen Gefügeveränderung, wobei insbesondere auf die Schleißplatten 27 die von der Spulenwicklung 23 erzeugte Schwingung auf die Innenseite des Profils 20 übertragen wird.
- 20 Die Vibrationserzeugung auf den Dornschaft 16 dient weiterhin sekundär dazu, die Reibung zwischen dem Außenumfang des Dornschafts und dem Innenumfang des zu biegenden Profils, insbesondere im Bereich der Biegeumformzone, zu verringern.
- 25 Es hat sich gezeigt, dass durch die Vibrationserzeugung am Ölfilm 25 ausgezeichnete Gleiteigenschaften erzielt werden, weil das Öl durch die hin- und hergehende Bewegung besonders dünnflüssig wird, sich günstig verteilt und eine ausgezeichnete schmierende Bewegung auf den Innenumfang des umzuformenden Profils 20 erzeugt.
- 30 Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass die Spulenwicklung 23 in einer Hülse 28 im Innenraum des Dornschafts 16 angeordnet ist.

Die Figur 5 zeigt, dass auch der Spannkopf 12 mit einem Schwingungserzeuger 30 versehen ist, wobei die Einspannung des Profils 20 mit einem Spannzylinder 38 erfolgt, der sich am Außenumfang des Profils 20 anlegt. Im Spannkopf 12 ist ein Schwingungserzeuger 30 angeordnet, der aus einer stromdurchflossenen
5 Spulenwicklung besteht, so dass auch über den Spannkopf 12 eine in Längsrichtung gehende Schwingung erzeugt wird. Zusätzlich ist dargestellt, dass auch der Dornstange 13 ein Schwingungserzeuger 37 zugeordnet ist. Hierbei sieht die Erfindung in einer Ausführung vor, dass entweder nur die Dornstange 13 einen Schwingungserzeuger 37 hat und hierbei der Dornschaft 16 keinen
10 Schwingungserzeuger besitzt.

In einer anderen Ausgestaltung kann es jedoch vorgesehen sein, dass nur der Dornschaft 16 den vorher beschriebenen Schwingungserzeuger aufweist, während die Dornstange 13 keinen eigenen Schwingungserzeuger hat.

15

Weitere Einzelheiten ergeben sich aus Figur 6.

Dort ist dargestellt, dass an der Dornstation 17 ein Ölanschluss 40 für die Einführung des Öls in die Dornstange 13 vorgesehen ist. Ferner ist dargestellt, dass die
20 Dornstange über Führungsrollen 39 in den Spannkopf 12 eingeführt ist und dass im Spannkopf 12 der vorher erwähnte Schwingungserzeuger 30 angeordnet ist.

Die Figuren 7 bis 15 zeigen verschiedene Ausführungsformen von Biegewerkzeugen, die alle mit einem Schwingungserzeuger versehen sind. Hierbei
25 wird nur beispielhaft dargestellt, dass ein solcher Schwingungserzeuger aus stromdurchflossenen Spulen bestehen kann. Hierauf ist die Erfindung jedoch nicht beschränkt. Anstatt stromdurchflossener Spulen können auch andere Schwingungserzeuger verwendet werden, wie im allgemeinen Beschreibungsteil erwähnt wurde. Insbesondere fallen hierunter piezoelektrische Kristalle und andere
30 Schwingungserzeuger, die in der Lage sind, Ultraschallschwingungen zu erzeugen.

Als erstes Ausführungsbeispiel ist in den Figuren 7 und 8 dargestellt, dass eine oder mehrere der Biegerollen 2, 3, 5, 6 jeweils als Metallrolle ausgebildet ist, wobei jeweils stirnseitig in der Rolle eine Ringnut 42 angeordnet ist, in die jeweils eine Spulenwicklung 44 eingelegt ist. Diese Spulenwicklung 44 ist kreisförmig umlaufend, wie sich aus Figur 8 ergibt.

Derartige Spulenwicklungen 44 können beispielsweise in sich eigenstabil durch Eingießen in einen Kunststoffkörper hergestellt werden und werden dann als Ringkörper jeweils in die zugeordnete Aufnahmenut (Ringnut 42) an der Stirnseite der jeweiligen Rolle eingelegt.

In einer anderen Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, dass die Wicklung unmittelbar in die Ringnut 42 eingebracht wird, ohne dass sie in einem eigenstabilen Körper fixiert ist.

Bei der Serienfertigung ist wichtig, dass die Spulenwicklungen 44 für sich selbst hergestellt werden können und eigenstabil sind, damit sie als gesonderte Körper jeweils in die Ringnut 42 passgenau jeweils an der Stirnseite der Rolle 2, 3, 5, 6 eingelegt werden können. Die Stirnseite wird dann jeweils durch einen Deckel 43 verschlossen.

Die entsprechende Stromversorgung der Spulenwicklungen 44 erfolgt durch nicht näher dargestellte Schleifringe, die beispielsweise an der einen Stirnseite der Biegerolle 2, 3, 5, 6 angeordnet sind und die mit zugeordneten Abgriffen mit einer entsprechenden Stromquelle in Verbindung stehen.

Statt der drahtgebundenen Einkopplung des Anregungsstromes für die Spulenwicklungen 44 kann auch eine induktive (drahtlose) Einkopplung vorgesehen werden.

Im Ergebnis schwingt dann die Rollfläche 46, indem sie ihren Durchmesser vergrößert und beispielsweise die Rollfläche 46' bildet.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Rollfläche über ihrer axialen Länge eine Sinusschwingung ausführt, so dass es nicht zu einer parallelen, radial auswärts gerichteten Verformung der Rollfläche 46 in Richtung auf die Rollfläche 46 kommt, sondern zu einer Sinuswelle, welche sich über die axiale Länge der Rollfläche 46 erstreckt und diese in Form einer Sinuskurve verformt.

Die Rollfläche 46 wird hierbei zwischen zwei Flanschen 21 vergrößerten Durchmessers ausgebildet, wobei ggf. auch diese Flansche sich in der gestrichelten Art verformen.

10

Die Rolle 2, 3, 5, 6 ist mittels eines Gleitlagers auf der Achse 45 drehbar gelagert.

Neben einem solchen Gleitlager können auch übliche Kugellager oder sonstige Lagerkörper verwendet werden.

15

Die Figur 9 zeigt eine verdoppelte Ausführung einer Rolle 2, 3, 5, 6 im Vergleich zu Figur 7, wo erkennbar ist, dass die Rollenausführung nach Figur 7 verdoppelt ist, und die beiden Rollen im Bereich eines mittleren Stoßes 47 aneinander stoßen. Dies führt dazu, dass im Bereich des Stoßes 47 die stromführenden Spulenwicklungen 48 in besonders konzentrierter Form vorliegen, wodurch in diesem Bereich eine sehr starke mechanische Verformung erzeugt wird. Die Vibrationswirkung einer solchen Rolle 2, 3, 5, 6 ist gegenüber der nach Figur 7 und 8 entsprechend verstärkt.

20

Eine weitere Verstärkung ergibt sich durch die Ausbildung einer solchen Rolle als fünfteilige Umformrolle, die insgesamt sechsfach vorhandene Spulenwicklungen 48 aufweist.

25

Die Figur 11 zeigt eine Vierfachrolle gemäß Figur 9, wobei zusätzlich noch dargestellt ist, dass in die Achse 45 ein zusätzlicher Schwingungserzeuger eingebaut sein kann. Dieser Schwingungserzeuger 63 bildet eine Innenerregung der Achse 45 mit einer entsprechenden Schwingung. In der Mittenbohrung 50 der Achse 45 ist eine Hülse 51 eingebracht, in der ein oder mehrere Spulenwicklungen 52 angeordnet

30

sind. Die Spulenwicklung 52 ist mittels eines Gewindestiftes 53 verankert, und über die Anschlussdrähte 54 wird die Anregungsspannung eingeleitet.

5 Auf diese Weise schwingt die gesamte Achse 45 in Querrichtung, nämlich in Pfeilrichtung 19, und teilt diese Schwingung über das vorher erwähnte Gleitlager dem Biegewerkzeug 2, 3, 5, 6 zu.

Dieses Biegewerkzeug (Biegerolle) schwingt dann noch gesondert aufgrund der getrennten Stromversorgung über die Spulenwicklungen 44.

10

Es kann hierbei vorgesehen werden, dass die Anregung der Spulenwicklung 52 im achsseitigen Schwingungserzeuger 63 mit einer anderen Amplitude und einer anderen Schwingungsfrequenz erfolgt, wie beispielsweise die Anregung der Spulenwicklungen 44.

15

Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Biegerolle 2, 3, 5, 6 sowohl in longitudinaler Richtung als auch in radialer Richtung 19 schwingt.

20 Die Figur 12 zeigt statt eines achsinnen angeordneten Schwingungserzeuger 63 einen auf der Achse 45 aufgesetzten, weiteren Schwingungserzeuger 55. Dieses Schwingungspaket besteht im Wesentlichen aus einer außenliegenden Spulenwicklung 56, die in einem zugeordneten Körper angeordnet ist, der möglichst formschlüssig auf die Achse 45 aufgesetzt ist. Auf diese Weise wird der Achse 45 eine Schwingung in Längsrichtung und auch in Querrichtung zugeordnet. Diese
25 Schwingung wird über die zugeordneten Gleitlager auch der Rolle 2, 3, 5, 6 zugeleitet.

Die Figur 13 zeigt als weitere Ausführungsform, dass die Spulenwicklungen 58 im Bereich einer Buchse 57 angeordnet sind, die als gesondertes Teil ein Gleitlager mit
30 der Achse 45 bildet. Die Buchse 57 ist deshalb leicht auswechselbar und kann durch andere Buchsen mit anderen Spulenwicklungen 58 ausgewechselt werden.

Sie trägt einen mittleren Stützring 29 vergrößerten Durchmessers, über den die insbesondere auf den Mittenbereich der Rolle 2, 3, 5, 6 wirkenden Biegekräfte aufgenommen werden.

- 5 Die Figuren 14 und 15 zeigen als weitere Ausführungsform, dass die Rolle 2, 3, 5, 6 auch am Umfang verteilt angeordnete und parallel zueinander sitzende Axialbohrungen 60 aufweisen kann, wobei in jede Axialbohrung eine Spulenwicklung 61 eingreift und alle Spulenwicklungen 61 von einer gemeinsamen Stromquelle beaufschlagt sind. Auch hier werden die beiden Stirnseiten wiederum von einem
10 Deckel 43 abgedeckt.

- Figur 16 – 18 zeigen allgemein ein Umformverfahren über die bekannte Matrizenumformung. Hierbei ist eine in zwei oder drei Raumachsen bewegbare Biegematrize 70 vorgesehen, die beispielsweise in den Pfeilrichtungen 71, 72, 75
15 verschoben und zusätzlich in den Drehrichtungen 73, 74 verdreht werden kann.

- Durch den Durchtrittsspalt der Biegematrize 70 erstreckt sich das zu biegende Profil 20, in dessen Innenraum (wie vorhin dargestellt) in der Biegezone ein Dornschaft 16 mitgeführt wird, der von einer Dornstange 13 bewegt ist.

20

Im Abstand von der Biegematrize 70 sind ein oder mehrere Fix-Matrizen 64 angeordnet, die sich an dem zu biegenden Profil anlegen und an diesen Anlageflächen Schmierpolster 67 aufweisen.

- 25 Wichtig ist nun, dass der Biegematrize 70 mindestens ein Schwingungserzeuger 65 zugeordnet ist, der eine etwa zentrische (sternförmige) Schwingung auf den Durchtrittsspalt in der Biegematrize 70 erzeugt, so dass sich diese rhythmisch vergrößert und verkleinert und so dem zu biegenden Profil 20 eine entsprechende Vibration mitteilt.

30

Zusätzlich kann es vorgesehen werden, dass auch den Fix-Matrizen 64 ein eigener Schwingungserzeuger 66 zugeordnet wird. Dieser Schwingungserzeuger wirkt

insbesondere auf die Schmierpolster 67, die demzufolge in eine Schwingung versetzt werden, um so eine verbesserte Schmierwirkung auf das dort hindurchgeführte Profil 20 zu erzeugen.

- 5 Das zu biegende Profil wird in Pfeilrichtung 68 durch die Fix-Matrizen 64 und die sich daran anschließende Biegematrätze 70 hindurchgeführt.

- Es versteht sich von selbst, dass auch die Dornstange 13 und/oder der Dornschaft 16 mit einem eigenen Schwingungserzeuger beaufschlagt werden können, wie dies
10 anhand der allgemeinen Beschreibung vorstehend erläutert wurde.

Ebenso ist es möglich, das Profil selbst über den Spannkopf 12 mit einer Schwingung zu beaufschlagen.

- 15 Ebenso ist in diesem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 16 – 18 vorgesehen, dass auch die Schmierung im Dornschaft 16 ggf. unter Zuhilfenahme eines Schwingungserzeugers erfolgt, wie dies anhand der Figur 4 erläutert wurde.

- Sämtliche Erläuterungen, die für das Walzbiegeverfahren erläutert wurden, gelten
20 deshalb auch für das Matrizenbiegen nach den Figuren 16 – 18.

Zeichnungs-Legende

	1	Kopfmaschine		30	Schwingungserzeuger
	2	Mittelrolle			(Spannkopf
5	3	Walzrolle		31	„
	4	Pfeilrichtung	35	32	„
	5	Biegerolle		33	„
	6	Stützrolle			(Walzrolle)
	7	Führungsrolle		34	„
10	8	Vibrationssattel			(Mittelrolle)
	9	Vibrationssattel	40	35	„
	10	Brücke		36	„
	11	Schlitten			(Dornstation)
	12	Spannkopf		37	„
15	13	Dornstange			(Dornschaft)
	14	Spanngitter	45	38	Spannzylinder
	15	Führungsrolle		39	Führungsrolle
	16	Dornschaft		40	Ölanschluss
	17	Dornstation		41	Flansch
20	18	Dornschaftauflage		42	Ringnut
	19	Pfeilrichtung	50	43	Deckel
	20	Profil		44	Spulenwicklung
	21	Kabel		45	Achse
	22	Bohrung		46	Rollfläche 46'
25	23	Spulenwicklung		47	Stoß
	24	Ölkanal	55	48	Spulenwicklung
	25	Ölfilm		49	Gleitlager
	26	Kopfplatte		50	Mittenbohrung
	27	Schleißplatte		51	Hülse
30	28	Hülse		52	Spulenwicklung
	29	Pfeilrichtung	60	53	Gewindestift
				54	Anschlussdraht

	55	Schwingungserzeuger		66	Schwingungserzeuger
	56	Spulenwicklung		67	Schmierpolster
	57	Buchse		68	Pfeilrichtung
	58	Spulenwicklung	15	69	
5	59	Stützring		70	Biegematrize
	60	Axialbohrung		71	Pfeilrichtung
	61	Spulenwicklung		72	Pfeilrichtung
	62	Pfeilrichtung		73	Drehrichtung
	63	Schwingungserzeuger	20	74	Drehrichtung
10	64	Fix-Matrize		75	Pfeilrichtung
	65	Schwingungserzeuger			

Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen und Umformen von Profilen durch Walz- oder Matrizenbiegen, wobei das zu biegender oder umzuformende Profil unter dem
5 Einfluss von ein oder mehreren Biegewerkzeuge gebogen oder umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einem der Biege- und/oder Umformwerkzeuge ein Schwingungserzeuger zugeordnet ist, dessen Schwingungen dem zu biegender oder umzuformenden Profil mindestens in der Umformzone zugeführt werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformung des Profils durch einen Walzbiegevorgang erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
15 Schwingungen in longitudinaler Richtung und/oder in radialer Richtung auf das Biegewerkzeug wirken.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch Schwingungen auf die Vorschubwerkzeuge eingeleitet werden.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch Schwingungen auf die Dornschaftwerkzeuge eingeleitet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**
25 das zu biegender oder umzuformende Profil einem Fließvorgang unterworfen wird, dass im Außenbereich das umzuformende Material des Profils gestreckt wird, dass es im gegenüberliegenden Bereich gestaucht wird, und dass es während des Fließvorgangs Schwingungen unterworfen wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Biege- und Umformwerkzeuge zwei- oder dreidimensionale Schwingungen einwirken.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingung im Bereich von 16 bis 20 kHz liegt.
- 5 9. Vorrichtung zum Biegen und Umformen von Profilen durch Walz- oder Matrizenbiegen, wobei das zu biegende oder umzuformende Profil unter dem Einfluss von ein oder mehreren Biegewerkzeuge gebogen oder umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einem der Biege- und/oder Umformwerkzeuge ein Schwingungserzeuger zugeordnet ist, dessen Schwingungen dem zu biegenden oder umzuformenden Profil mindestens in der Umformzone
- 10 zugeführt sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9 zur Ausübung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einem der Biege- und Umformwerkzeuge mindestens ein Schwingungserzeuger zugeordnet ist.
- 15 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger elektromagnetisch arbeitet.
12. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
- 20 Schwingungserzeuger piezoelektrisch arbeitet.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger in longitudinaler Richtung gerichtete Schwingungen auf das Biege- und/oder Umformwerkzeug einleitet.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger in radialer Richtung gerichtete Schwingungen auf das Biege- und/oder Umformwerkzeug einleitet.
- 30 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger dreidimensionale, stromdurchflossene, elektromagnetische Wicklungen aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger mechanische Schwingungen erzeugt
 $= \leq 50 \text{ Hz}$.
- 5 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den schwingungserregten Biege- und/oder Umformwerkzeugen auch zusätzliche Vibrationssättel (8,9) angeordnet sind, die sich am zu biegenden Profil anlegen.
- 10 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schwingungserzeuger (30) im Spannkopf (12) angeordnet ist, der über das Spannfutter (14) eine in Längsrichtung gehende Schwingung auf das dort eingespannte Profil (20) ausübt.
- 15 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dornstation (17), welche das freie, hintere Ende der Dornstangen (13) trägt, mit einem zugeordneten Schwingungserzeuger (36) beaufschlagt ist.
- 20 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Dornschaftauflage (18) ein Schwingungserzeuger angeordnet ist, der eine in Höhenrichtung verlaufende Schwingung auf den Dornschaft (16) einleitet

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 21. Dezember 2004 (21.12.04) eingegangen,
ursprüngliche Ansprüche 1-18 durch geänderte Ansprüche 1-14 ersetzt]

1. Verfahren zum Biegen und Umformen von Profilen durch Walz- oder
Matrizenbiegen, wobei das zu biegende oder umzuformende Profil unter dem
5 Einfluss von ein oder mehreren Biege- und/oder Umformwerkzeugen gebogen oder umgeformt wird,
wobei mindestens einem der Biege- und/oder Umformwerkzeuge ein
Schwingungserzeuger zugeordnet ist und wobei das zu biegende oder
umzuformende Profil einem Fließvorgang unterworfen wird, wobei im Außenbereich
das umzuformende Material des Profils gestreckt und im gegenüberliegenden
10 Bereich gestaucht und während des Fließvorgangs Schwingungen unterworfen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungen des mindestens einen Biege-
und/oder Umformwerkzeuges dem zu biegenden oder umzuformenden Profil
mindestens in der Umformzone zugeführt werden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umformung des
Profils durch einen Walzbiegevorgang erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Schwingungen in longitudinaler Richtung und/oder in radialer Richtung auf das
20 Biege- und/oder Umformwerkzeug wirken.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass
auch Schwingungen auf die Vorschubwerkzeuge eingeleitet werden.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass
auch Schwingungen auf die Dornschaftwerkzeuge eingeleitet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass
auf die Biege- und Umformwerkzeuge zwei- oder dreidimensionale Schwingungen
30 einwirken.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingung im Bereich von 16 bis 20 kHz liegt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger elektromagnetisch oder piezoelektrisch arbeitet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger in longitudinaler oder radialer Richtung gerichtete Schwingungen auf das Biege- und/oder Umformwerkzeug einleitet.
10. Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungserzeuger dreidimensionale, stromdurchflossene, elektromagnetische Wicklungen aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den schwingungserregten Biege- und/oder Umformwerkzeugen auch zusätzliche Vibrationssättel (8,9) angeordnet sind, die sich am zu biegenden Profil anlegen.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schwingungserzeuger (30) im Spannkopf (12) angeordnet ist, der über das Spannfutter (14) eine in Längsrichtung gehende Schwingung auf das dort eingespannte Profil (20) ausübt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dornstation (17), welche das freie, hintere Ende der Dornstangen (13) trägt, mit einem zugeordneten Schwingungserzeuger (36) beaufschlagt ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Dornschaftauflage (18) ein Schwingungserzeuger angeordnet ist, der eine in Höhenrichtung verlaufende Schwingung auf den Dornschaft (16) einleitet.

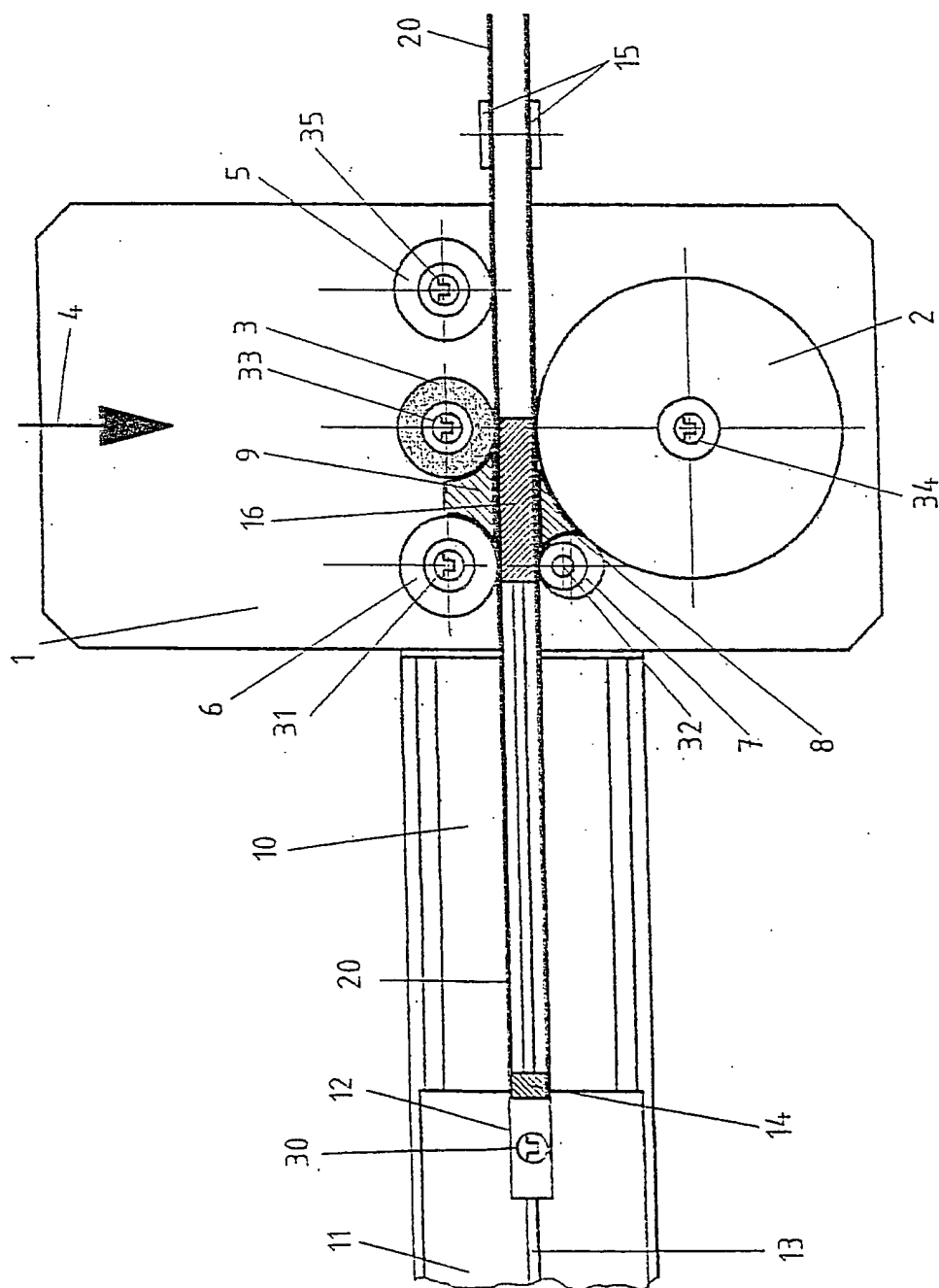


Fig. 1

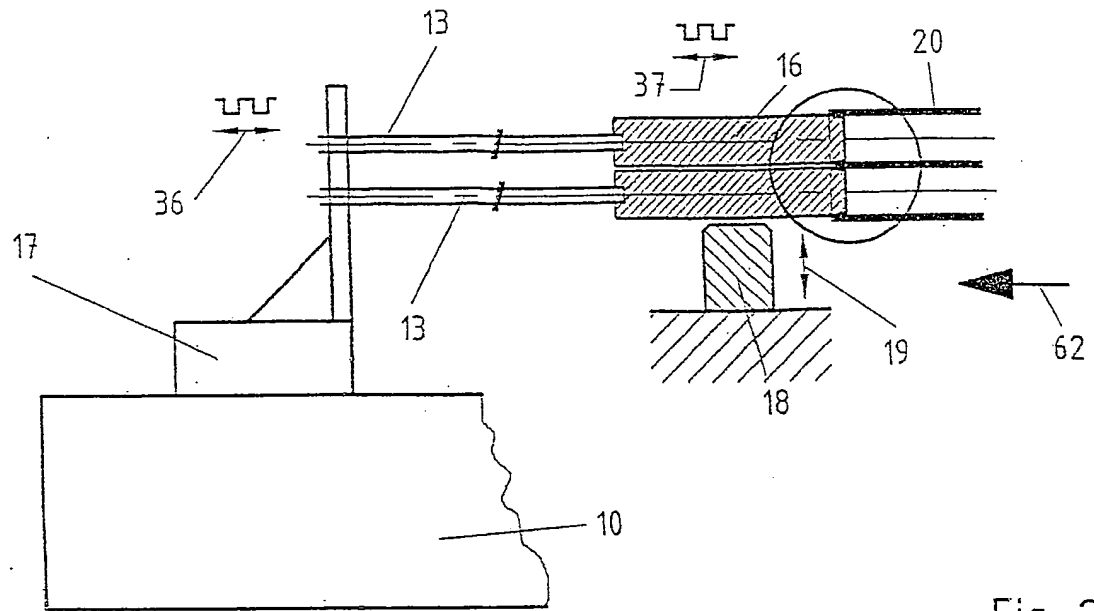


Fig. 2

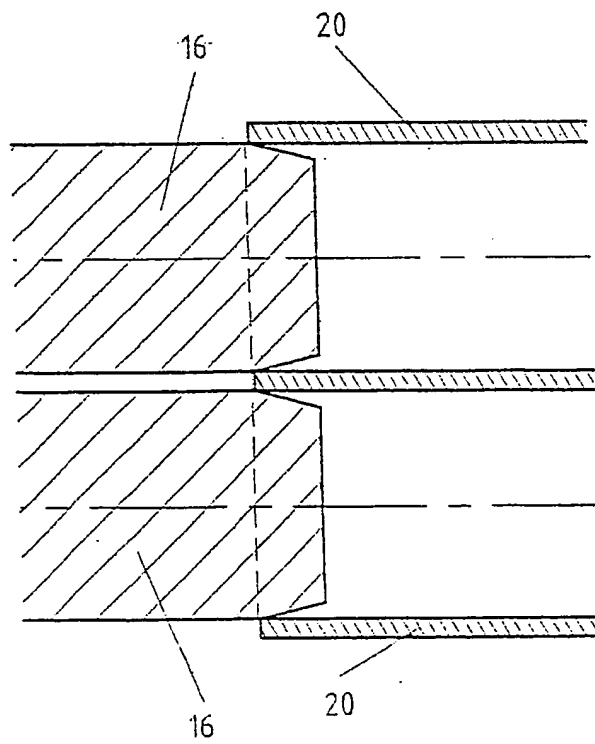


Fig. 3

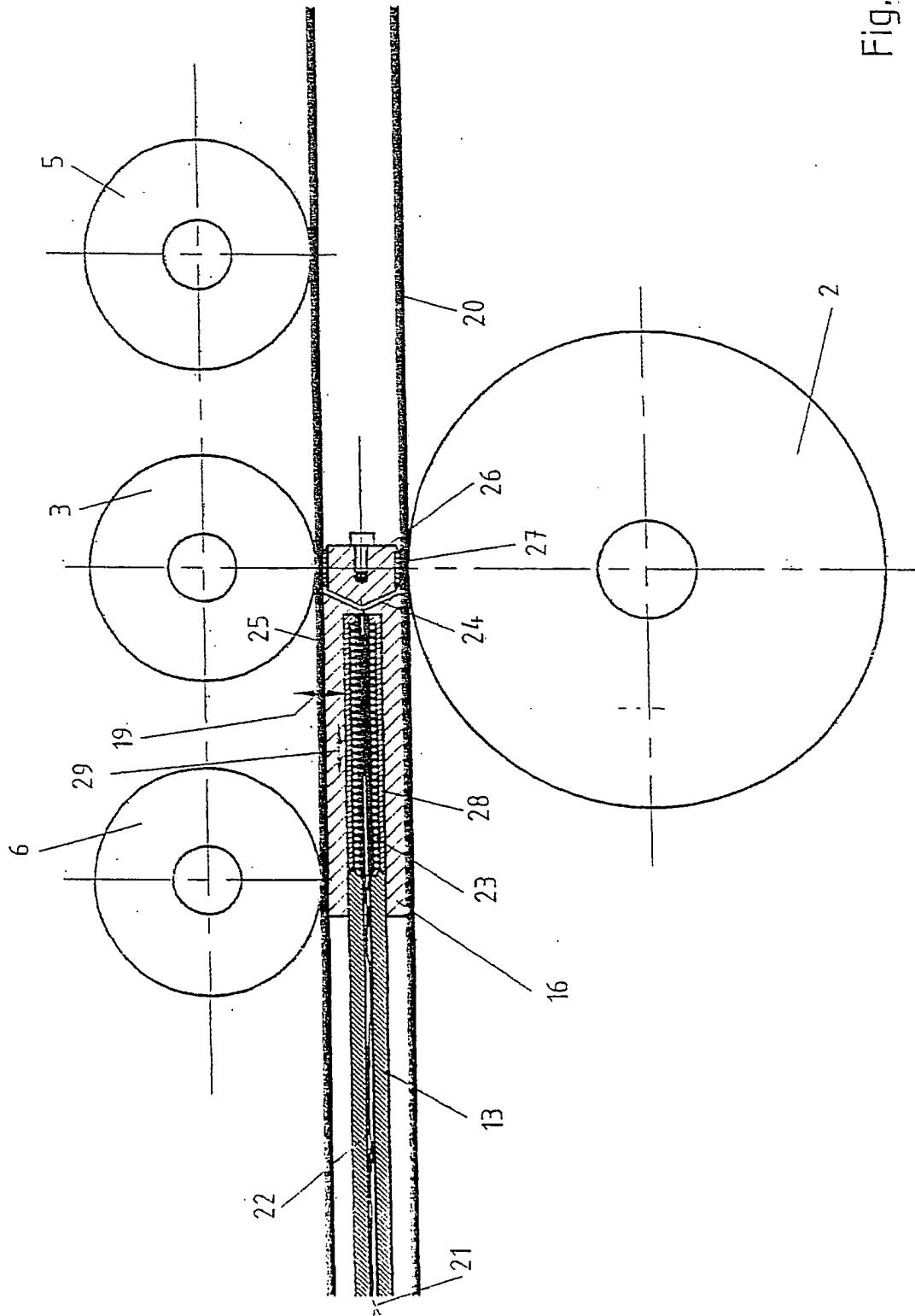


Fig. 4

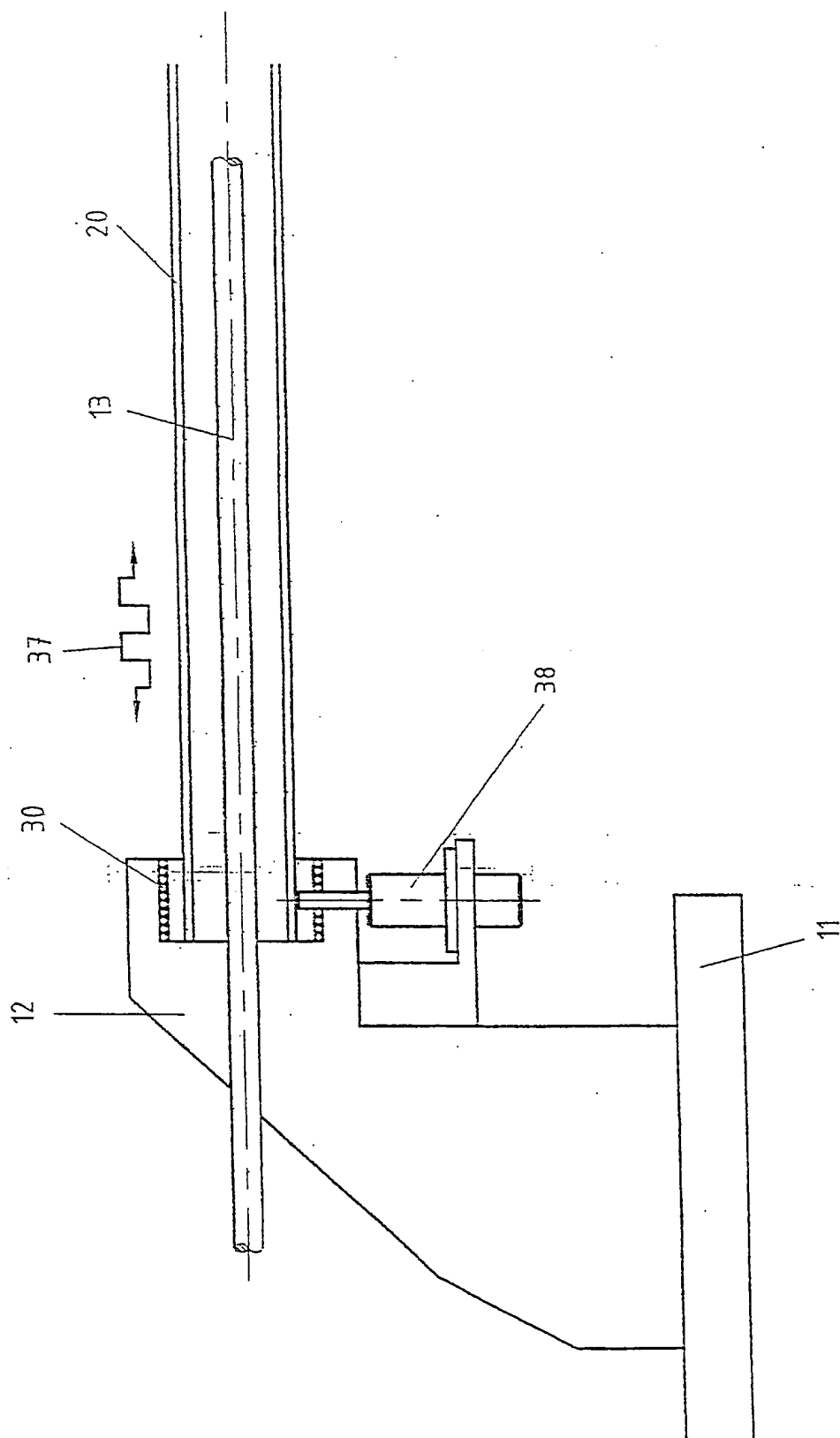


Fig. 5

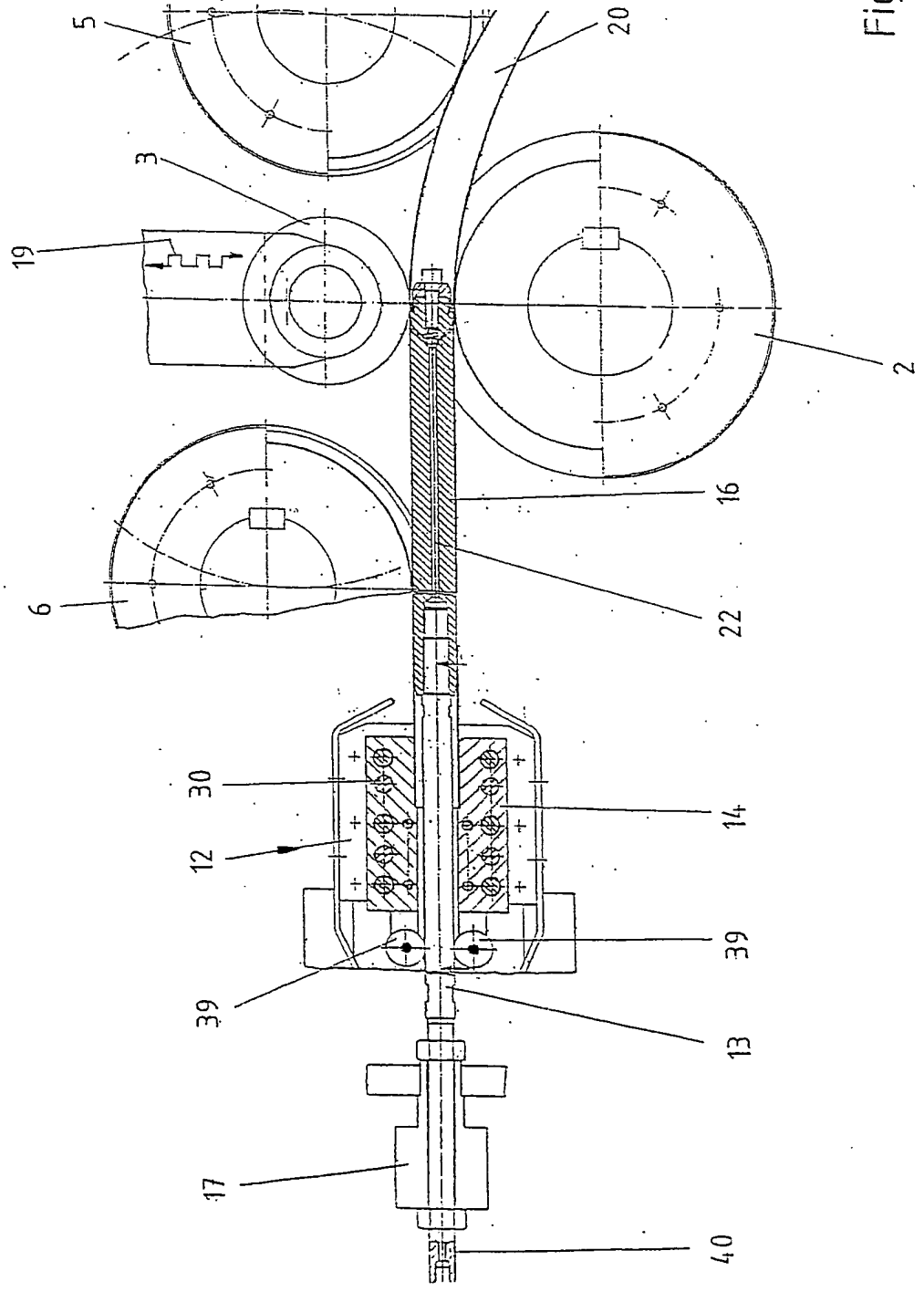


Fig. 6

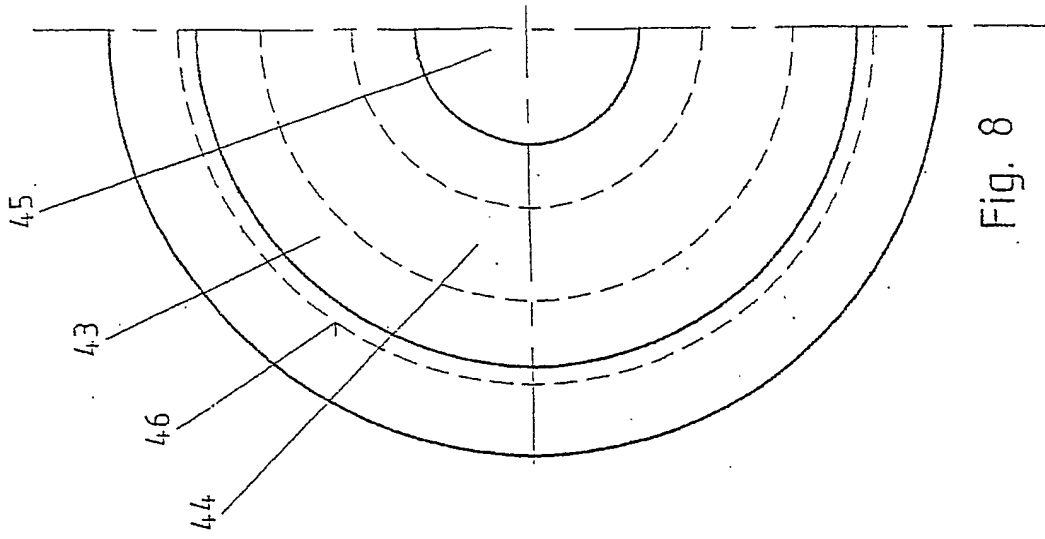


Fig. 8

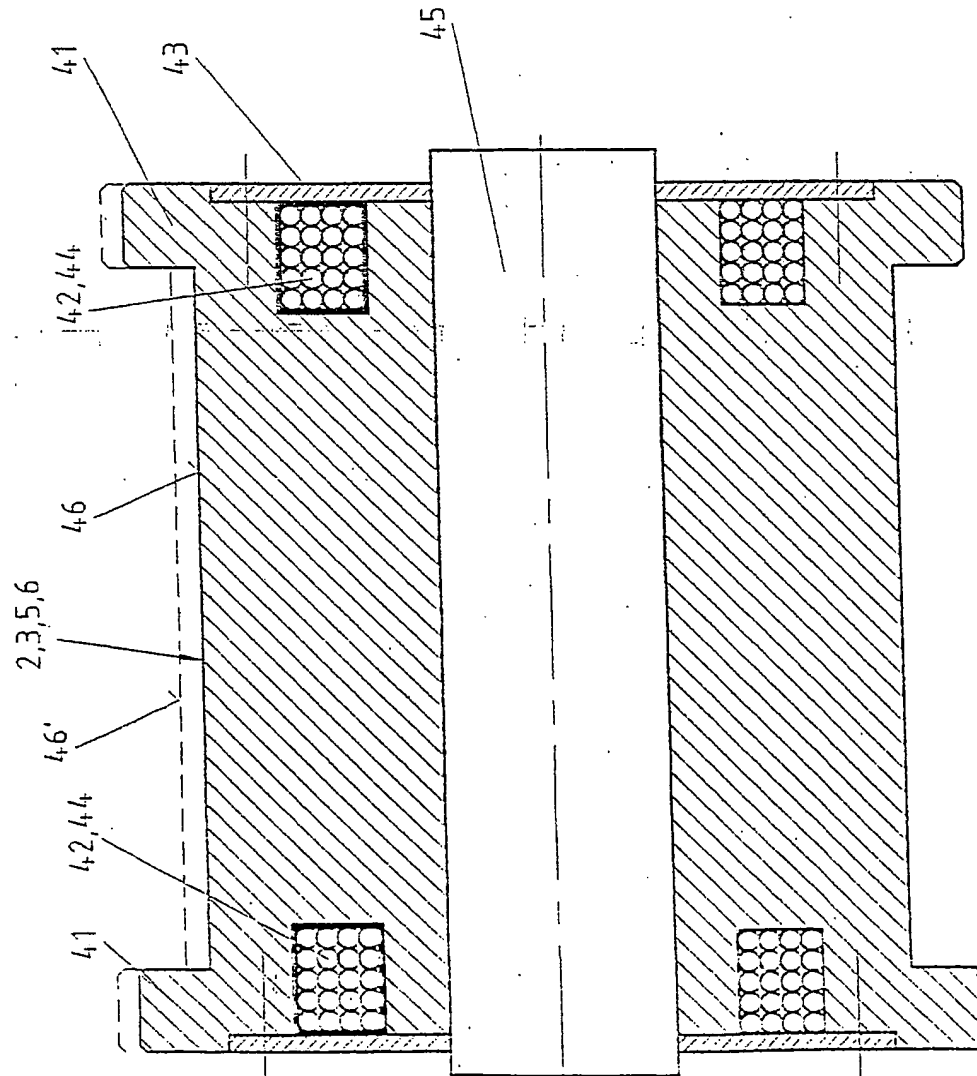


Fig. 7

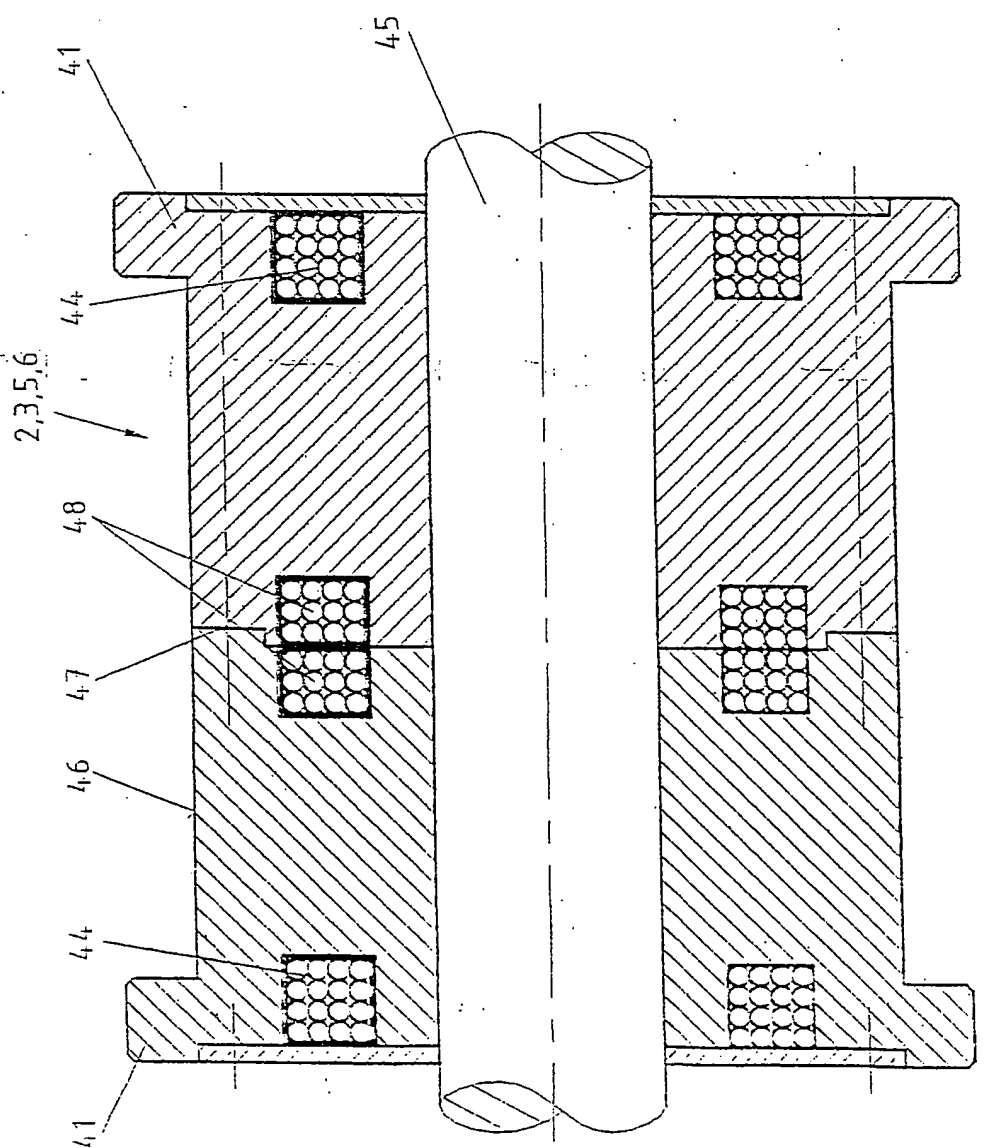
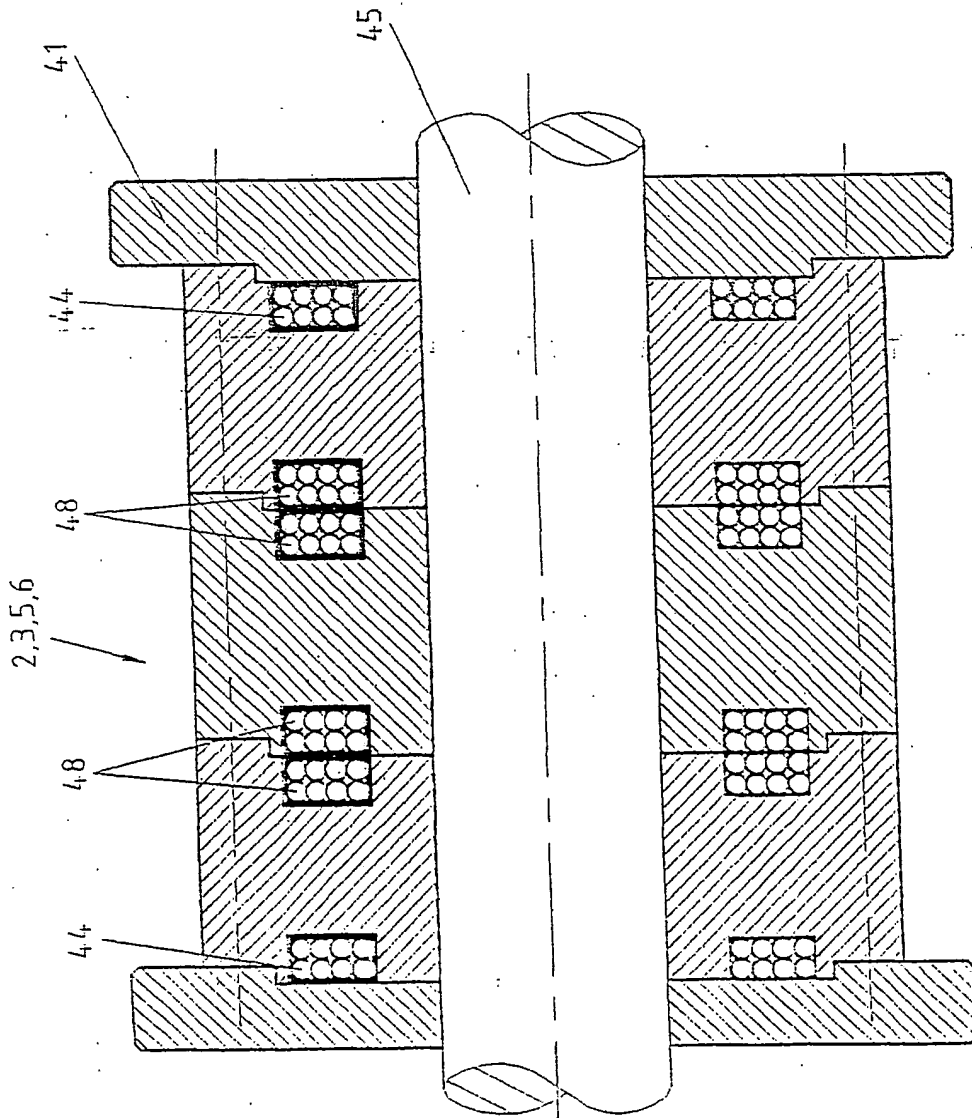


Fig. 9



2,3,5,6

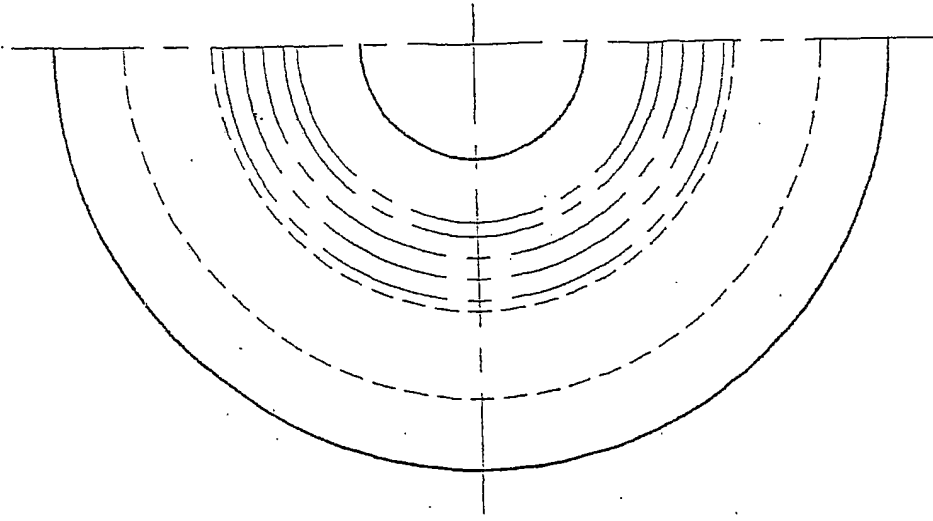


Fig. 10

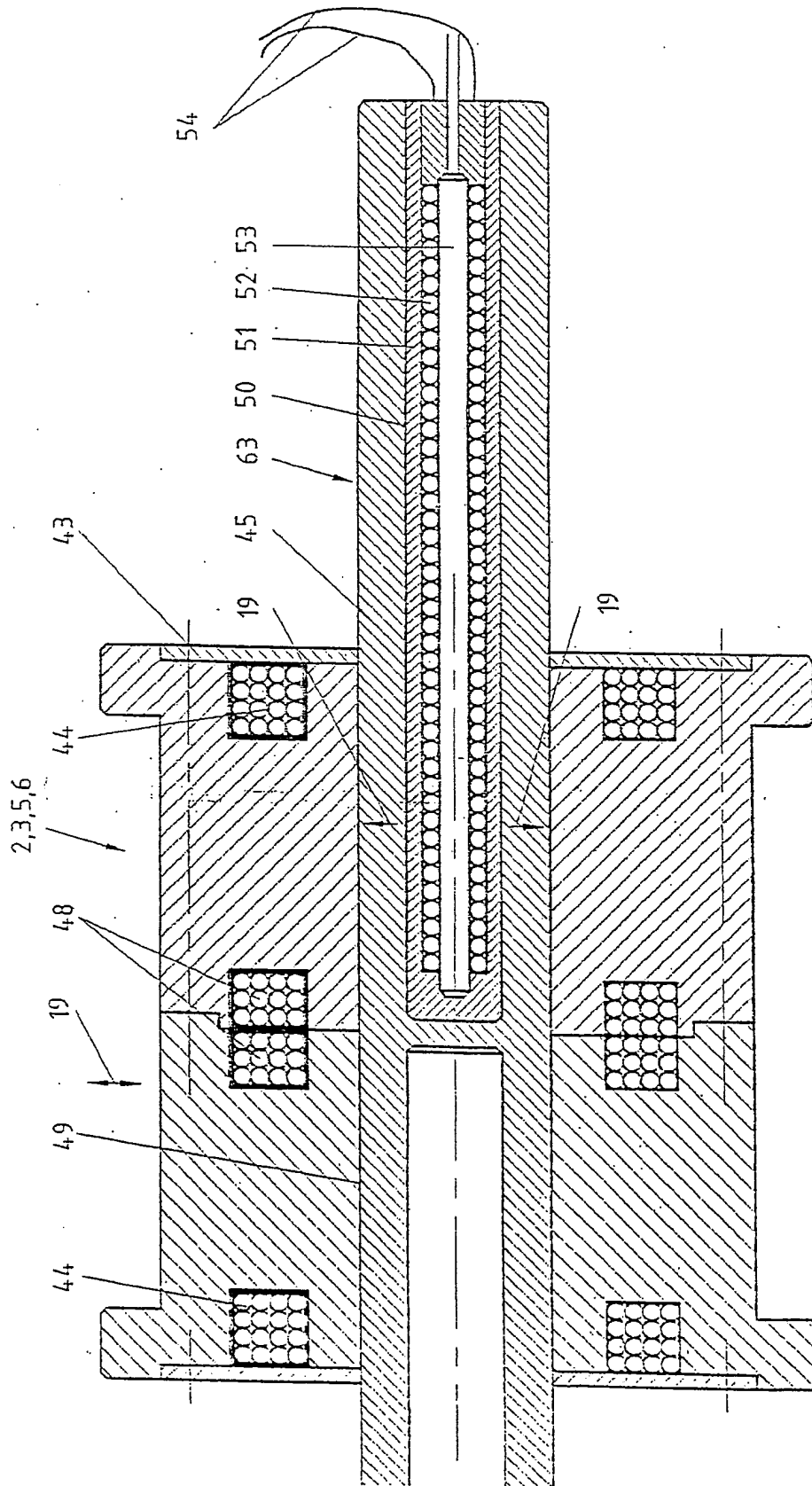


Fig.11

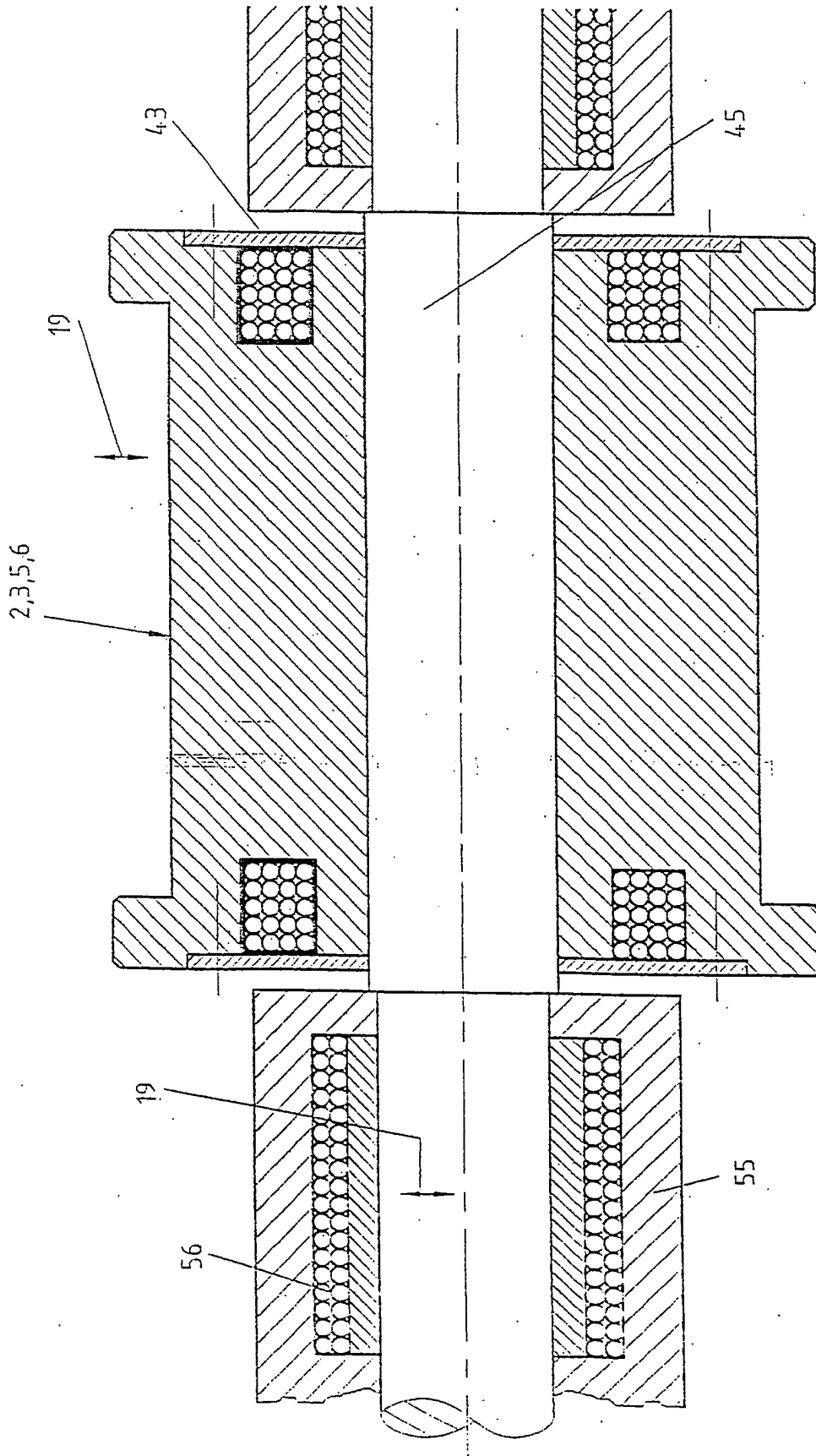


Fig. 12

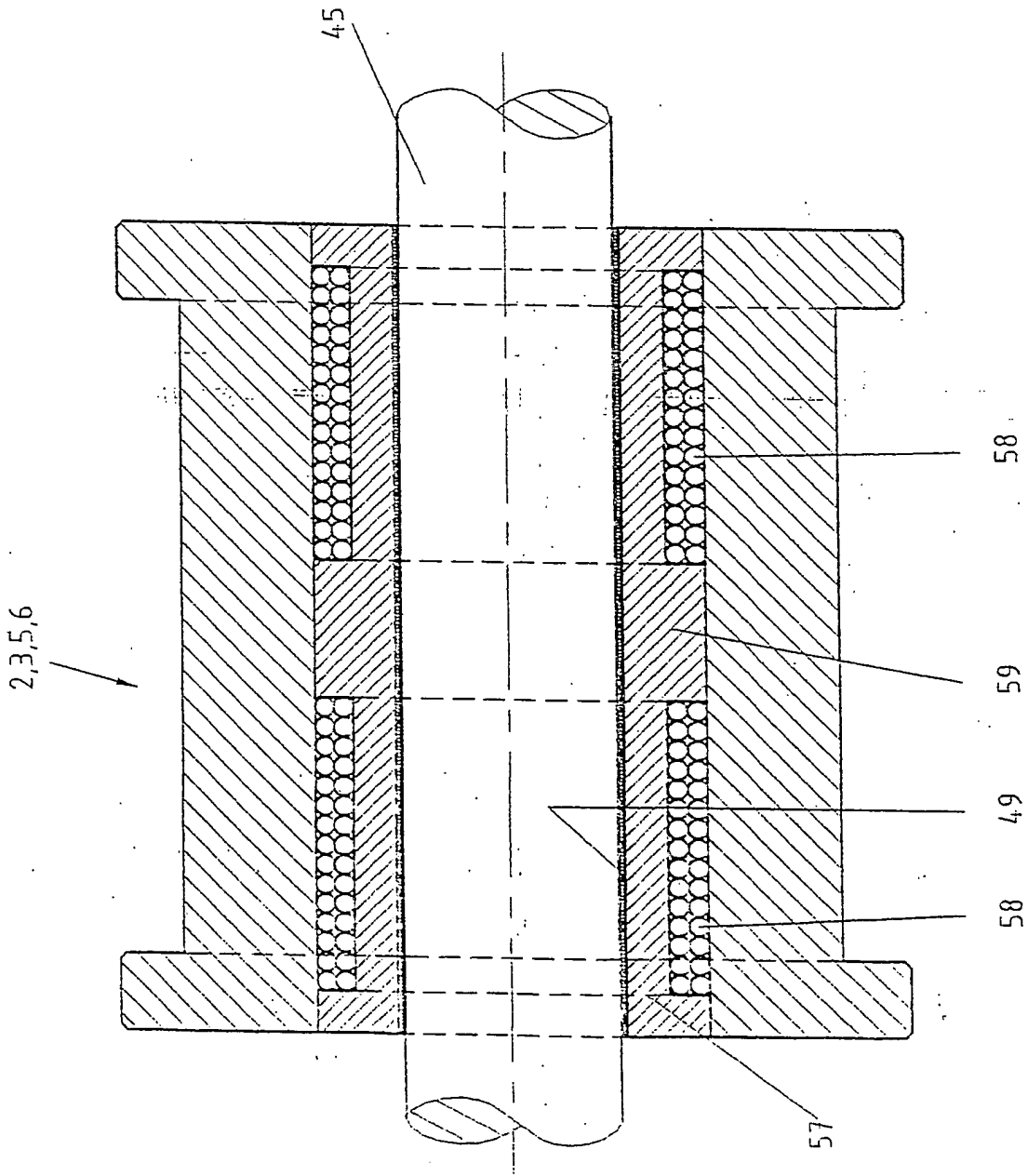


Fig. 13

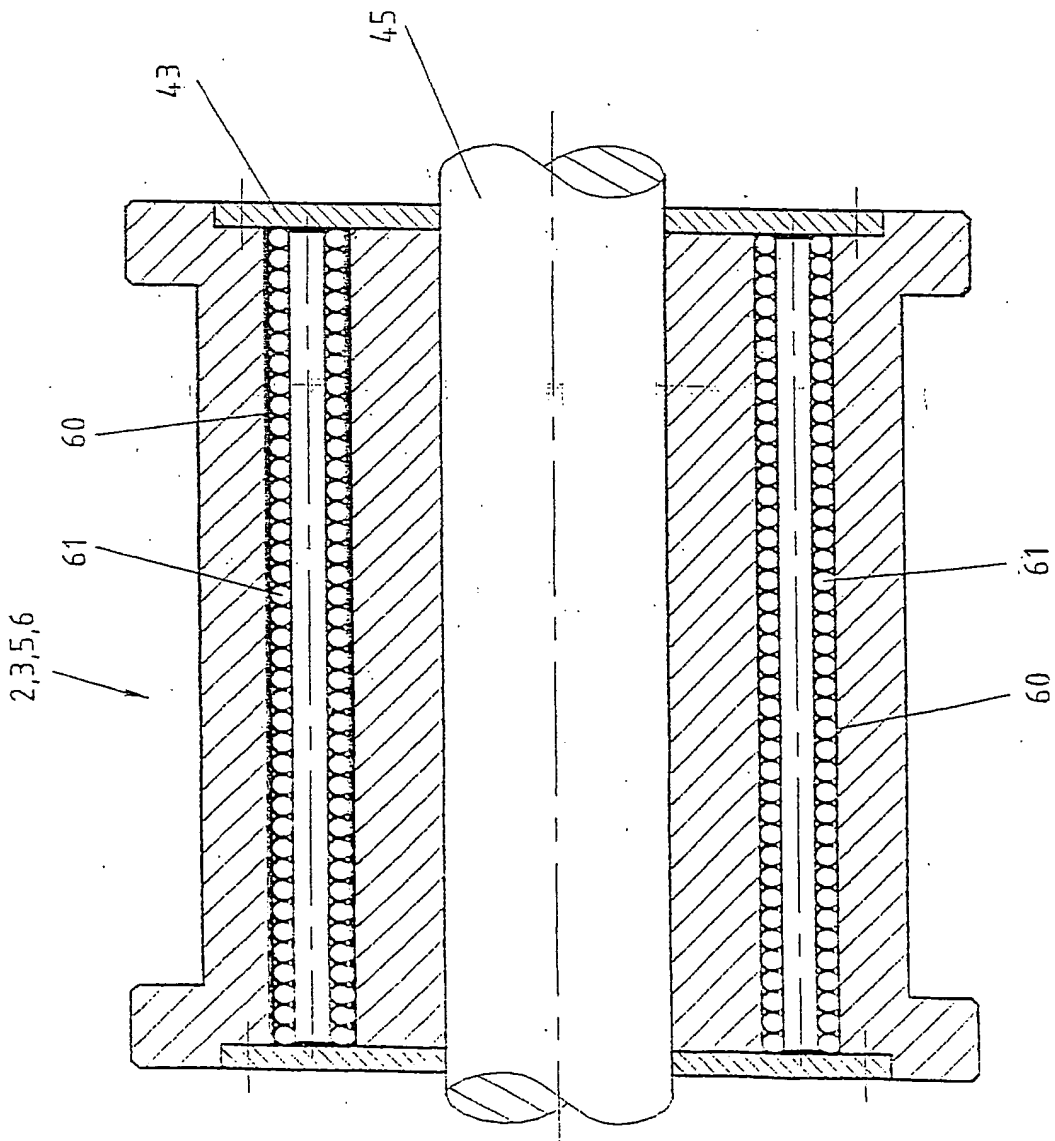


Fig. 14

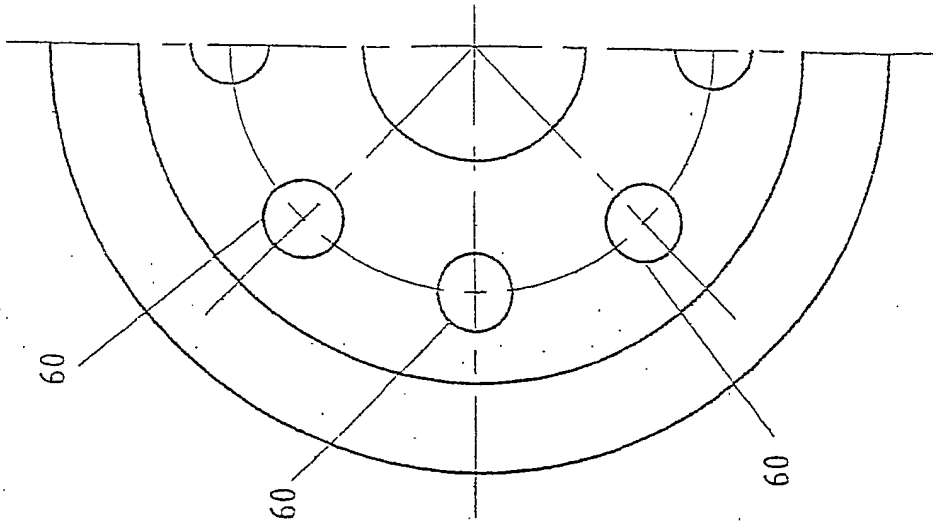


Fig. 15

Fig. 18

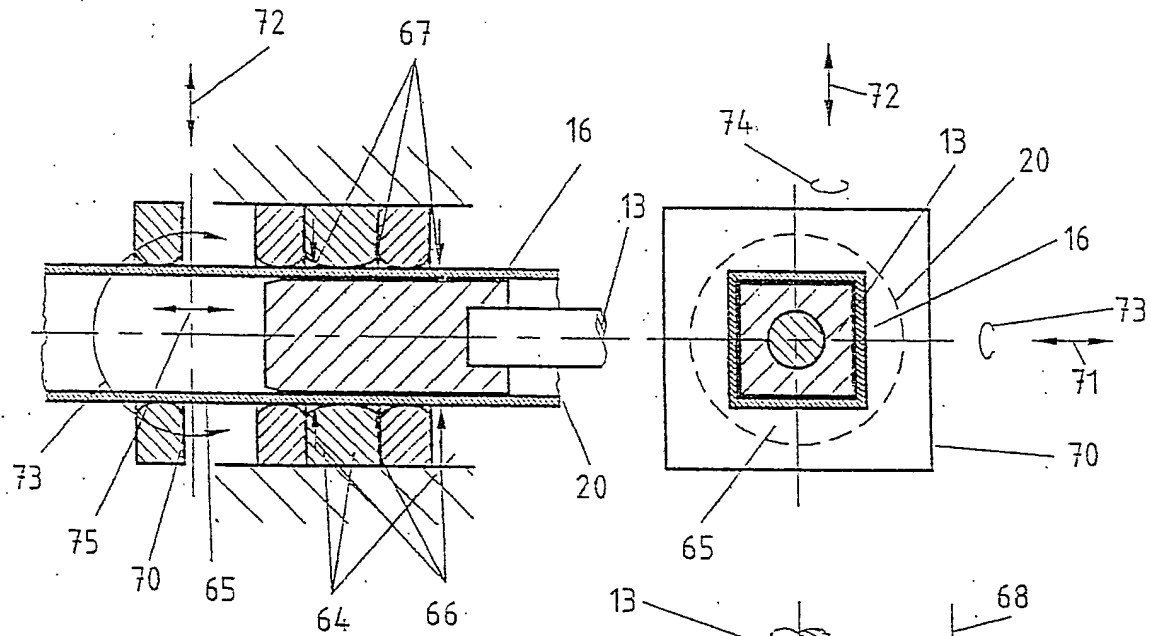


Fig. 17

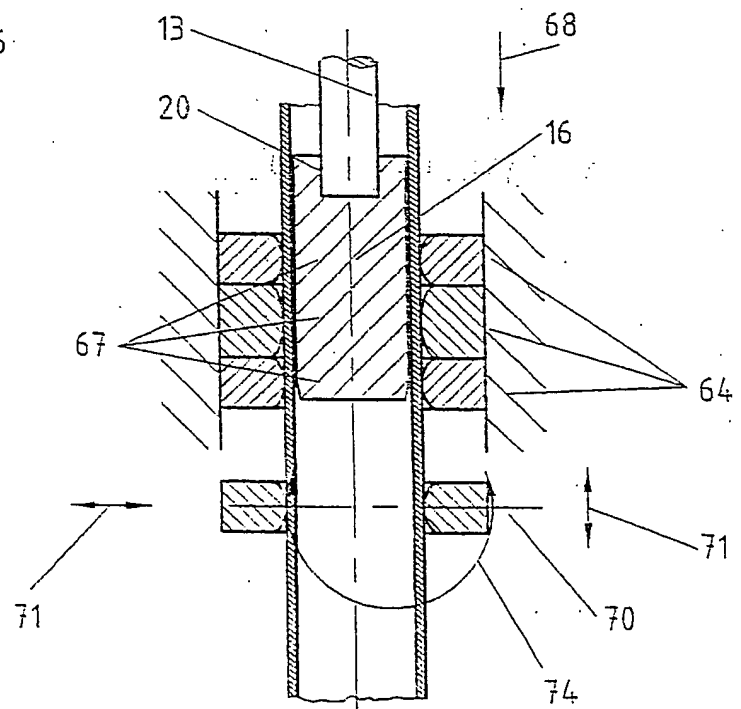


Fig. 16